



Docket No. P2001,0082

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, Alexandria, VA 22313 20231.

By:

Date: September 17, 2003

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Jürgen Müller  
Appl. No. : 10/637,191  
Filed : August 8, 2003  
Title : Semiconductor Laser

CLAIM FOR PRIORITY

Hon. Commissioner for Patents,  
Alexandria, VA 22313-1450  
Sir:

Claim is hereby made for a right of priority under Title 35, U.S. Code, Section 119, based upon the German Patent Application 101 05 722.9 filed February 8, 2001.

A certified copy of the above-mentioned foreign patent application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,

GREGORY L. MAYBACK  
REG. NO. 40,716

Date: September 17, 2003

Lerner and Greenberg, P.A.  
Post Office Box 2480  
Hollywood, FL 33022-2480  
Tel: (954) 925-1100  
Fax: (954) 925-1101

/mjb

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 101 05 722.9  
**Anmeldetag:** 08. Februar 2001  
**Anmelder/Inhaber:** Osram Opto Semiconductors GmbH,  
Regensburg/DE  
**Erstanmelder:** Osram Opto Semiconductors  
GmbH & Co OHG, Regensburg/DE  
**Bezeichnung:** Halbleiter-Laser  
**IPC:** H 01 S 5/20

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 07. August 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Markant".

Klostersee

Beschreibung

Halbleiter-Laser

5 Die Erfindung betrifft einen Halbleiter-Laser mit einem von Reflektoren gebildeten Vertikalresonator, mit einer zwischen den Reflektoren angeordneten, Photonen emittierenden aktiven Schicht und mit einer Stromblende zur seitlichen Eingrenzung des durch die aktive Schicht hindurchfließenden Stromes.

10 Derartige Halbleiter-Laser sind als sogenannte VCSELs (Vertical Cavity Surface-emitting Laser) bekannt. Diese Halbleiter-Laser weisen eine Schichtfolge auf, die eine zwischen zwei DBR-Spiegeln (distributed Bragg reflector) eingeschlossene aktive Schicht umfaßt. Um den in die aktive Schicht injizierten Strom in seitlicher Richtung zu begrenzen, ist eine Stromblende aus einem Oxid in einem der DBR-Spiegeln vorgesehen. Die Stromblenden definieren mit ihrem inneren Rand eine Stromapertur und beschränken die seitliche Ausdehnung des 15 Pumpfleckdurchmessers in der aktiven Schicht.

20

Grundsätzlich ist mit derartigen Halbleiter-Lasern auch Monomodenbetrieb möglich. Dafür ist jedoch ein verhältnismäßig kleiner Pumpfleckdurchmesser von weniger als  $4\mu\text{m}$  nötig, was eine entsprechend kleine Stromapertur bedingt. Derartige 25 kleine Durchmesser der Stromapertur sind jedoch nur mit großen Schwierigkeiten präzise herstellbar. Üblicherweise erfolgt die Oxidation seitlich von den Rändern der Schichtenfolge her, nachdem die Schichtenfolge vollständig abgeschieden wurden ist. Dieses Vorgehensweise erfordert jedoch eine 30 genaue Kenntnis und Steuerung der Prozeßparameter.

Außerdem weisen die bekannten Halbleiter-Laser mit Stromblenden aus Oxid aufgrund der kleinen Stromapertur niedrige optische Ausgangsleistungen, hohe ohmsche Widerstände und hohe 35 thermische Widerstände auf.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen einfach herstellbaren, monomodigen Halbleiter-Laser mit hoher optischer Ausgangsleistung sowie niedrigem ohmschen und thermischen Widerstand zu schaffen.

5

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß neben der Stromblende weitere, sich in vertikaler Richtung einstreckende, den Vertikalresonator seitlich begrenzende, modenselektive Gebiete vorhanden sind.

10

• Durch die zusätzlich modenselektiven Gebiet entlang des Achse des Vertikalresonators werden höhere Moden wirksam unterdrückt, da diese in den modenselektiven Bereichen höhere Verluste erleiden als die Grundmode. Daher kann nur die Grundmode die Laserschwelle erreichen. Gleichzeitig ist es möglich, die Stromapertur zu vergrößern, was im Vergleich zum Stand der Technik eine höhere Ausgangsleistung sowie einen geringeren ohmschen und thermischen Widerstand zur Folge hat.

20

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die modenselektiven Gebiete Implantationsgebiet mit verringelter Leitfähigkeit.

25

Derartige Implantationsgebiete können auch in einem großen Volumen mit ausreichender Präzision ausgebildet werden. Außerdem lässt sich durch Implantationen die Leitfähigkeit senken, so daß die Lateralmoden höherer Ordnung in den Implantationsgebieten gedämpft werden.

30

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

35

Nachfolgend wird die Erfindung im einzeln anhand der beigefügten Zeichnung erläutert. Es zeigt:

Figur 1 einen Querschnitt durch einen Halbleiter-Laser gemäß der Erfindung.

Der im Figur 1 im Querschnitt dargestellte Halbleiter-Laser 1 weist einen auf ein Substrat aufgebrachten unteren Bragg-Reflektor 3 auf, auf dem eine Kavität 4 mit einer Photonenemittierenden, aktiven Zone ausgebildet ist. Oberhalb der Kavität 4 befindet sich ein oberer Bragg-Reflektor 5, in dem Stromblenden 6 ausgebildet sind. Der innere Rand der Stromblenden 6 definiert Stromaperturen 7, durch die die seitliche Ausdehnung der in die Kavität 4 injizierten Ströme begrenzt wird. Dadurch entsteht in der Kavität 4 ein Photonen emittierende Pumpfleck 8 durch den die zwischen dem unteren Bragg-Reflektor 3 und dem oberen Bragg-Reflektor 5 reflektierte Strahlung optisch verstärkt wird. Ein Teil dieser Strahlung wird vom oberen Bragg-Reflektor 5 hindurchgelassen und kann durch eine Austrittsöffnung 9 in einem ringförmigen Vorderseitenkontakt 10 den Halbleiter-Laser 1 verlassen. Außerdem ist auf der Rückseite des Substrats 2 ein Rückseitenkontakt 11 vorhanden.

Im allgemein ist der obere Bragg-Reflektor 5 als Mesa 12 ausgebildet. In Randbereichen der Mesa 12 befinden sich Implantationsgebiete 13, die sich auch in das Substrat 2 erstrecken. Die Implantationsgebiete 13 weisen eine Innenöffnung 14 auf. Die Querschnittsfläche der Innenöffnung 14 ist stets größer als die Fläche der Stromaperturen 7.

In den Implantationsgebieten 13 ist die Leitfähigkeit des Materials geringer als die Leitfähigkeit in der Innenöffnung 14 der Implantationsgebiete 13. Daher werden Moden höherer Ordnung, die sich in die Implantationsgebiete 13 erstrecken, geschwächt. Eine optische Verstärkung findet nur im Bereich der Innenöffnung 14, also im Bereich der Grundmode statt. Daher kann der Durchmesser der Stromaperturen 7 größer als beim Stand der Technik gewählt werden.

Die im Vergleich zum Stand der Technik größere Öffnung der Stromaperturen 7 führt zu einem geringeren Serienwiderstand des Halbleiter-Lasers 1, sowie zu einem geringeren thermischen Widerstand, was schwächere Alterungseffekte zur Folge hat. Außerdem führen die großen Stromaperturen 7 zu einem großen Pumpfleck und damit zu höheren optischen Ausgangsleistungen. Der Innendurchmesser der Stromaperturen 7 beträgt beim Halbleiter-Laser 1 mehr als 3 µm, vorzugsweise mehr als 4 µm.

10

Von besonderem Vorteil ist auch, daß die Herstellung der Stromblenden 6 im Vergleich zum Stand der Technik besser beherrschbar ist, da die herstellungsbedingten Abweichungen bei der Fertigung der Stromblenden 6 relativ gesehen kleiner sind.

15

Durch die doppelte Ausführung der Stromblenden 6 können ferner Randüberhöhungen der Strominjektion in die Kavität 4 vermieden werden, die an sich auch die Monomodigkeit gefährden.

20

Die hier beschriebene Erfindung ist nicht auf bestimmte Materialien beschränkt. In Frage kommen die bekannten, für die beschriebene Art von Halbleiter-Lasern 1 verwendbaren Materialien. Für die Herstellung eignen sich die üblichen, dem Fachmann bekannten Verfahren.

25

Patentansprüche

1. Halbleiter-Laser mit einem von Reflektoren (3,5) gebil-  
ten Vertikalresonator, mit einer zwischen den Reflektoren  
5 (3,5) angeordneten, Photonen emittierenden aktiven Schicht  
(8) und mit einer Stromblende (6) zur seitlichen Eingrenzung  
des durch die aktive Schicht (8) hindurchfließenden Stromes,  
da durch gekennzeichnet, daß  
neben der Stromblende (6) weitere, sich in vertikaler Rich-  
tung einstreckende, den Vertikalresonator seitlich begrenzen-  
10 de, modenselektive Gebiete (13) vorhanden sind.

2. Halbleiter-Laser nach Anspruch 1,  
da durch gekennzeichnet,  
15 daß der Reflektor in einer Mesa (12) ausgebildet ist.

3. Halbleiter-Laser nach Anspruch 1 oder 2,  
da durch gekennzeichnet,  
daß die Mesa (12) einen Durchmesser  $> 10\mu\text{m}$  aufweist.

20 4. Halbleiter-Laser nach einem der Ansprüche 1 bis 2,  
da durch gekennzeichnet,  
daß die Stromblende (6) aus Oxid gefertigt ist.

25 5. Halbleiter-Laser nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
da durch gekennzeichnet,  
daß die von den Stromblenden (6) gebildeten Stromapertur (7)  
einen Durchmesser  $> 3\mu\text{m}$  aufweist.

30 6. Halbleiter-Laser nach Anspruch 5,  
da durch gekennzeichnet,  
daß die Stromblenden (6) einen Durchmesser  $> 4\mu\text{m}$  aufweist.

35 7. Halbleiter-Laser nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
da durch gekennzeichnet,  
daß eine Innenöffnung (14) der modenselektiven Gebiete (13)  
größer als die Stromapertur (7) ist.

8. Halbleiter-Laser nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
durch gekennzeichnet,  
daß die modenselektiven Gebiete (13) eine Leitfähigkeit auf-  
weisen, die kleiner ist als eine Leitfähigkeit des Vertikal-  
Resonators entlang der Resonatorachse.

9. Halbleiter-Laser nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
durch gekennzeichnet,  
daß das modenselektive Gebiet ein Implantationsgebiet (13)  
ist.

10. Halbleiter-Laser nach Anspruch 9,  
durch gekennzeichnet,  
daß sich das Implantationsgebiet (13) im Rand- und Umgebungs-  
bereich des Vertikalresonators erstreckt.

---

Zusammenfassung

Halbleiter-Laser

- 5 Ein Wechsel weist neben Stromblenden (6) im Randbereich einer Mesa (12) Implantationsgebiete (13), die modenselektiv wirksam sind. Dadurch kann die Innenöffnung der Stromblenden (6) größer als beim Stand der Technik gewählt werden. Dies führt zu einem kleinohmischen und thermischen Widerstand und ermöglicht eine hohe Ausgangsleistung.
- 10

Figur

## Bezugszeichenliste

1	Halbleiter-Laser
2	Substrat
5	unterer Bragg-Reflektor
4	Kavität
5	oberer Bragg-Reflektor
6	Stromblenden
7	Stromaperturen
10	Pumpfleck
9	Austrittsöffnung
10	Vorderseitenkontakt
11	Rückseitenkontakt
12	Mesa
15	Implantationsgebiet
14	Innenöffnung



